

**OPTICAL SWITCH**

Patent Number: JP2001021818  
Publication date: 2001-01-26  
Inventor(s): KUROSAWA HISAO; HORINO MASAYA  
Applicant(s): HITACHI METALS LTD;; HITACHI LTD  
Requested Patent: ☐ JP2001021818  
Application Number: JP19990195365 19990709  
Priority Number(s):  
IPC Classification: G02B26/08; G02B6/24  
EC Classification:  
Equivalents:

---

**Abstract**

---

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To make it possible to stably hold optical fibers by providing an optical switch with a casing for housing a switching means and a magnetic circuit and optical fiber supporting members disposed on the outside surface of the casing.

**SOLUTION:** The optical switch has the casing 1, the switching means for the optical fibers disposed in the casing 1 and a cap member 2. The switching means of the optical fibers has a stationary block 11, a moving block 12, a static block 13 and a magnetic circuit for driving the switching means. The casing 1 and the cap member 2 are provided with the optical fiber supporting members 5 and 6 on their outside surfaces (flanks). The casing 1 and the cap member 2 are provided with notches 7 which are inlets and outlets for leading the optical fibers outside. The optical fiber supporting members 5 and 6 are fixed by metallization joining to the flanks of the casing 1 or the cap member 2 via metallic films 9 so as to enclose these notches.

---

Data supplied from the esp@cenet database - I2

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開 2001-21818

(P 2001-21818 A)

(43) 公開日 平成13年1月26日 (2001. 1. 26)

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

テーマコード (参考)

G 0 2 B 26/08

G 0 2 B 26/08

F

2H036

6/24

6/24

2H041

審査請求 未請求 請求項の数 4

O L

(全 9 頁)

(21) 出願番号

特願平11-195365

(22) 出願日

平成11年7月9日 (1999. 7. 9)

(71) 出願人 000005083

日立金属株式会社

東京都港区芝浦一丁目2番1号

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72) 発明者 黒沢 久夫

埼玉県熊谷市三ヶ尻5200番地 日立金属株式会社磁性材料研究所内

(74) 代理人 100074848

弁理士 森田 寛

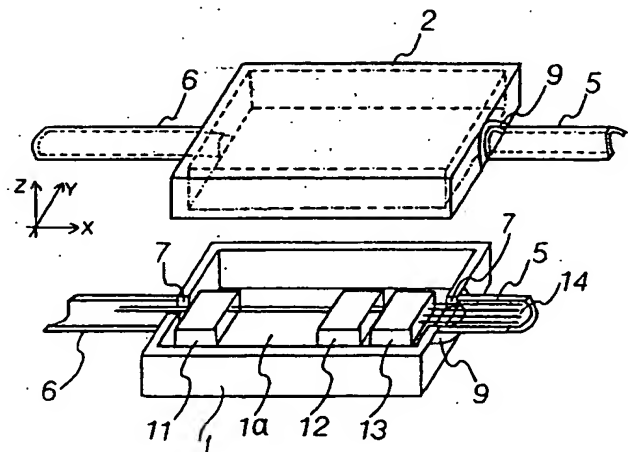
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光スイッチ

(57) 【要約】

【課題】 光スイッチの筐体内に被覆を除去した光ファイバーの先端を設けようとする、光ファイバーの端面が傾き易い。そこで、光ファイバーを安定して保持できる構造を有する光スイッチを提供する。

【解決手段】 光ファイバーの経路を変更する切替手段と、前記切替手段を駆動する磁気回路を備えた光スイッチであって、前記切替手段と磁気回路を収納する筐体と、前記筐体に設ける蓋部材とを備え、前記筐体の側面に設けた第1の光ファイバー支持部材と、前記蓋部材の側面に設けた第2の光ファイバー支持部材とを有し、前記第1の光ファイバー支持部材と前記第2の光ファイバー支持部材の間に光ファイバーを有することを特徴とする光スイッチを用いる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 光ファイバーの経路を変更する切替手段と、前記切替手段を駆動する磁気回路を備えた光スイッチであって、前記切替手段と磁気回路を収納する筐体と、前記筐体の外面に設けた光ファイバー支持部材とを備えることを特徴とする光スイッチ。

【請求項 2】 前記光ファイバー支持部材は金属材料を主として構成され、前記筐体はセラミックス材料を主として構成され、前記光ファイバー支持部材と筐体が接合され一体となっていることを特徴とする請求項 1 に記載の光スイッチ。

【請求項 3】 前記光ファイバー支持部材は、長手方向に沿って溝が設けられ、前記溝で光ファイバーを支持することを特徴とする請求項 1 または 2 記載の光スイッチ。

【請求項 4】 光ファイバーの経路を変更する切替手段と、前記切替手段を駆動する磁気回路を備えた光スイッチであって、前記切替手段と磁気回路を収納する筐体と、前記筐体に設ける蓋部材とを備え、前記筐体の側面に設けた第 1 の光ファイバー支持部材と、前記蓋部材の側面に設けた第 2 の光ファイバー支持部材とを有し、前記第 1 の光ファイバー支持部材と前記第 2 の光ファイバー支持部材の間に光ファイバーを有することを特徴とする光スイッチ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は光通信の分野で用いる光スイッチに関係する。特に、小型化に適した構造を有する光スイッチに係わる。

## 【0002】

【従来の技術】光通信の発達に伴って、光ファイバー通信網はより長い光路と複雑な分岐を持つようになった。このような環境では光通信装置や光伝送装置内において、回線間で光ファイバーの光路（伝送経路）を切り替える用途が増大し、多くの光スイッチが用いられている。光スイッチを切替方式でみると、電気的あるいは光学的に光路の屈折率や位相を変化させて光の進行方向を切り替える方式のものや、機械的に光路を移動させて光の進行方向を切り替える方式のもの等が開発されている。精密な駆動を実現する低損失な光スイッチとしては、後者の機械式光スイッチが有望である。光スイッチを分岐の数でみると、1 本の入力光ファイバーを 2 本の出力光ファイバーで切り替える 1×2 型光スイッチや、多数の光ファイバーの端面を対向させた  $n \times m$  型光スイッチ等がある ( $n \geq 2, m \geq 2$ )。また、切替の目的は、通常の回線切替の他に、断線した伝送経路を別の断線していない経路に切り替える障害復旧用途や、建物内や地域内の光通信ネットワークの回線を切り替える保守点検用途等にも用いられている。

【0003】従来の光スイッチは、例えば特開昭 63- 50

85522 号公報に開示されている。この光スイッチは、光ファイバーを位置決め固定した 2 個のプラグをつき合わせて接続し、一方のプラグを他方のプラグに対して平行移動させて光路と切り替える光スイッチであり、精密な平行移動のためにガイドピンとガイドピンを保持する穴と、ガイドピンを内部でスライドさせる穴を有する。しかしながら、光スイッチの構造体から外部に向けて、光ファイバーを安全に導出する構成については記載されていない。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】光ファイバーを光スイッチに接続する際には、光ファイバーの先端近傍の被覆を除去して裸線のガラスファイバーを露出させ、このガラスファイバーを切替手段等に接続していた。しかし、光スイッチの外に長く導出された光ファイバーはその自重のため、かなり撓んでしまう。この撓みは光ファイバーの先端、即ち被覆を除去したガラスファイバーにも及ぶ。ガラスファイバーは固定部材等に保持されているが、この撓みの影響を受けて、その端面の向きが対向する光ファイバーの端面に対して傾くことがある。この傾きは光スイッチの損失の原因の一つとなる。そこで、本発明の目的は、光ファイバーを安定して保持できる構造を有する光スイッチを提供することにある。

## 【0005】

【課題を解決するための手段】本発明の光スイッチは、光ファイバーの経路を変更する切替手段と、前記切替手段を駆動する磁気回路を備えた光スイッチであって、前記切替手段と磁気回路を収納する筐体と、前記筐体の外面に設けた光ファイバー支持部材とを備えることを特徴とする。この光ファイバー支持部材を設けることで、光ファイバーの自重によってその端面が傾くことなく、あるいは光ファイバーの被覆を除去した部分が筐体等と接触することなく、光ファイバーを安定して保持できる。

【0006】本発明の構成を適用する光スイッチは、その長さ方向の寸法（以下、光スイッチの長さと呼ぶ）を小さくすることができる。例えば、光通信回線網において使用する切替ボックス内に光スイッチを装備する場合、光スイッチの長さを縮めることで、切替ボックス内により多くの光スイッチを装備できる。光スイッチの数が同じ状態であれば、切替ボックス自体を小型化することもできる。ここで長さとは、被覆線である光ファイバーの間で光スイッチが占める長さをいう。

【0007】本発明の光スイッチにおいて、前記光ファイバー支持部材は金属材料を主として構成され、前記筐体はセラミックス材料を主として構成され、前記光ファイバー支持部材と筐体が接合されて一体となっていることを特徴とする。光スイッチの小型化や、筐体の変形量の抑制を達成するためには、メタライズ接合で筐体と光ファイバー支持部材を接合させることが好ましい。この構成を作製する場合、セラミックス材料で構成した筐体

の表面に金属層を設け、この金属層に金属材料の光ファイバー支持部材（金属部材）を接合する。以下、金属層を介してセラミックス部材と金属部材を接合する構成を、メタライズ接合あるいはメタライジングと呼称する。なお、金属層と金属部材を接合する箇所のみ着目して、ロウ付けと呼称する場合もあるが、この明細書では、メタライズ接合とロウ付けの双方を含む用語としてメタライズ接合を用いる。

【0008】本発明の利点を説明する。筐体と光ファイバー支持手段を共にセラミックス材料で形成するよりも、セラミックスの筐体と金属の光ファイバー支持部材の組合せとするほうがよい。セラミックス同士を接合する前者のタイプは、セラミックスの光ファイバー支持部材が欠けやすい。予め、セラミックスの筐体を形成する際に突出部をもうけ、この突出部を光ファイバー支持部材としたとしても、強度が不十分である。他方、後者のタイプである本発明のメタライズ接合を用いた構成では、十分な強度をもって金属の光ファイバー支持部材がセラミックスの筐体に固定されているため、組立工程中に光ファイバー支持部材が欠損するおそれはない。また、完成した光スイッチを切替ボックス内に取り付ける際に、被覆線の光ファイバーを曲げる力が働いても、光ファイバー支持部材によって光ファイバーが固定されているため、光ファイバーの位置ずれを防止できる。

【0009】上記本発明において、光ファイバー支持部材は、長手方向に沿って溝が設けられ、前記溝で光ファイバーを支持することを特徴とする。この長手方向は、光ファイバー支持部材を設けた筐体の外面に対して、ほぼ垂直な向きに相当する。この光ファイバー支持部材は、半筒状、半円筒状、半多角柱の面に溝を設けた形状、コ字状やU字状やV字状やL字状等の形状、あるいはこれらの形状の少なくとも1つ以上を組み合わせた形状とすることができる。取り付け易いという点を考慮すると、半円筒状にすることが望ましい。また、光スイッチを小型化するために、小さく束ねた光ファイバー支持部材内に通す場合には、光ファイバー支持部材の溝は半円状よりも、平坦な底面を有する溝とすることが望ましい。

【0010】本発明の他の光スイッチは、光ファイバーの経路を変更する切替手段と、前記切替手段を駆動する磁気回路を備えた光スイッチであって、前記切替手段と磁気回路を収納する筐体と、前記筐体に設ける蓋部材とを備え、前記筐体の側面に設けた第1の光ファイバー支持部材と、前記蓋部材の側面に設けた第2の光ファイバー支持部材とを有し、前記第1の光ファイバー支持部材と前記第2の光ファイバー支持部材の間に光ファイバーを有することを特徴とする光スイッチである。より詳細には、前記第1および第2の光ファイバー支持部材は、筒状の部材を縦に2分割したものとす。この分割した筒状部材の一方を第1の光ファイバー支持部材として筐

体に設け、分割した筒状部材の他方を第2の光ファイバー支持部材として蓋部材に設ける。筐体と蓋部材をつき合わせるときに、第1の光ファイバー支持部材と第2の光ファイバー支持部材もつき合わせて、分割する前の元の筒状部材と同様の形状となるようにお互いの面を合わせ、接着剤を介して接合させる。この構成により、光ファイバーを確実に固定して、光ファイバーの被覆を剥いだ部分を傷つけることなく保持できる。

【0011】上記光スイッチは、筐体に少なくとも1カ所の光ファイバー導出部を有する。この導出部は、切り欠き、凹部、孔、空隙のいずれでもよい。筐体内からみると、光ファイバーは筐体の光ファイバー導出部から光ファイバー支持部材を通して光スイッチの外に導出される。この光ファイバー導出部を2カ所有する光スイッチは、各々に光ファイバー支持部材を設ける。すなわち、上記第1の光ファイバー支持部材と第2の光ファイバー支持部材を2組備えることになる。この光ファイバー導出部の近傍に設ける上記筒状部材は、次のものを用いることができる。例えば、円筒あるいはこれを縦に分割した半円筒、前記円筒の内周あるいは外周を多角形にしたもの、前記半円筒の内周あるいは外周を多角形にしたもの、棒状の部材に溝を形成したものなどが挙げられる。光スイッチへの取り付け易さを考慮すると、円筒あるいは半円筒の形状を使用することが望ましい。上記第1及び第2の光ファイバー支持部材を合わせたものをスリーブとも呼ぶ。

【0012】本発明の他の光スイッチは、主として金属材料で構成した筐体（パッケージ）と光ファイバー支持部材とをロウ付けで接合するものである。より詳しくいうと、ロウを構成する金属材料を介して光ファイバー支持部材と筐体とをつき合わせて、ロウを加熱して溶着させることで、光ファイバー支持部材と筐体を結合する。この方法に代えて、融点の低いロウを使用するハンダ付けで接合する方法で構成した光スイッチとしてもよい。また、セラミックスの筐体と金属の光ファイバー支持部材を用いる場合には、活性金属法によるセラミックスと金属を接合する方法、高融点メタライズによりセラミックス基板の表面を金属化して（セラミックス表面に金属を焼き付ける）この金属化したセラミックス筐体と金属の光ファイバー支持部材を接合する方法等を用いてもよい。なお、筐体に設ける金属層と筐体との間はメタライズ接合とし、金属層と光ファイバー支持部材の間はロウ付けで接合する組合せとすることも可能である。

【0013】本発明の他の光スイッチは、筐体と光ファイバー支持部材の間に接合層を有する。前記接合層の構成は、次の構成のいずれかにすることができる。例えば、セラミックス／メタライズ層／金属部材の接合、セラミックス／メタライズ層／拡散層／金属部材の接合、セラミックス／メタライズ層によって変成したセラミックス層／メタライズ層／金属部材の接合、セラミックス

層／金属ペースト層／金属部材の接合、セラミックス層／メタライズ層／ロウ付け層／金属部材の接合などである。さらに、前記の接合層の層間において、互いの組成が混じり合った拡散層あるいは混合層を形成するように、熱処理を施して接合強度を向上させてもよい。前記の金属部材とは、光ファイバー支持部材のことを指す。筐体と光ファイバー支持部材を結合させる方法や材料の組み合わせによって、接合層の構成は異なるが、筐体と光ファイバー支持部材が強固に結合されていれば、実質的に同様の効果を得ることができる。

【0014】メタライズ接合に用いる金属層や金属部材には、金、銀、銅、チタン、ニッケル、鉄、亜鉛の群から選択された少なくとも1つの金属、あるいはそれらの少なくとも1つを含む合金を用いることができる。また、ニッケル鉄コバルトなどの合金や黄銅などの銅合金を用いることもできる。また、前記金属層の材料には添加物を加えてもよい。例えば、チタン、ジルコニウム、ハフニウム、ニオブ、アルミニウム、バナジウム、タンタル、シリコン等の群から選択された少なくとも1つの材料を加えてもよい。他方、ロウ付けに用いるロウ材には、メタライズ接合同様の材料のほか、銀ロウなどの一般的なロウ材を用いることができる。

【0015】本発明でいうメタライズ接合は、セラミックスの表面に金属層を形成し、この金属層に金属部材を接合することをいう。金属層を形成する方法としては次のものが挙げられる。1つの方法は、金属の溶射である。まず、溶射する金属材料を溶融あるいは半溶融状態に加熱し、細かい粒子として素材（セラミックス）の表面に吹き付け、これを積層して金属の被膜とするものである。溶射する金属材料の加熱にはガス方式や電気方式を用いる。溶射による被覆方法に代えて、メッキや気相メッキなどの化学的成膜方法や、蒸着やスパッタなどの物理的成膜方法、あるいは金属ペーストを塗布した後熱処理あるいは焼結して成膜する方法などを用いることができる。

#### 【0016】

【発明の実施の形態】以下、図面を用いて本発明に係る光スイッチを説明する。図1は本発明の一実施形態に係る光スイッチの斜視図である。図2は図1の光スイッチの要部を拡大した断面図である。図3は、図2における筐体と光ファイバー支持部材の接合箇所を説明する断面図である。図4および図5は本発明の他の実施形態であり、光スイッチの筐体と光ファイバー支持部材の接合箇所を説明する断面図である。図6ないし図10は、本発明の他の実施形態であり、筐体に設けた切り欠きと光ファイバー支持部材の形状を説明する側面図である。図11は、本発明に係る構成を適用する光スイッチの詳細な構造を説明する斜視図である。図12は、本発明の光スイッチに光ファイバー支持部材を設ける工程を説明する図である。図13は、比較例に係る光スイッチの斜視図

である。続いて各図面ごとの詳細を示す。

【0017】図1は本発明の一実施形態に係る光スイッチの斜視図であり、筐体と蓋部材を接合する前の概略を示す分解図でもある。従って、光スイッチとして使用するときには筐体と蓋部材を接着剤を介して接合したものをを用いる。この光スイッチは、筐体1と、筐体1内に設けた光ファイバーの切替手段と、蓋部材2を有する。光ファイバーの切替手段は、固定ブロック11と可動ブロック12と静止ブロック13と、この切替手段を駆動する磁気回路4とを備える。同図中、磁気回路4の記載は省略したが、詳細は図11と同様の構成を用いた。前記筐体1と蓋部材2は、その外面（側面）に光ファイバー支持部材5及び6を設けた。筐体1と蓋部材2には、光ファイバーを外部に導出するための出入口（光ファイバー導出部）となる切り欠き7を設けた。この切り欠き7を囲うように、光ファイバー支持部材5及び6を金属膜9を介して、筐体あるいは蓋部材の側面にメタライズ接合で固定した。光ファイバー支持部材の詳細構成は図2と図3で説明する。

【0018】この光スイッチにおいて、光ファイバー切替手段とは、少なくとも1本以上の光ファイバーの終端もしくはその近傍を支持する固定ブロック11と可動ブロック12と静止ブロック13を備え、これらのブロックの少なくとも1つを動かすための磁界を印加する磁界発生手段、この磁界発生手段に電流を供給する手段を含むものであり、対向する光ファイバーの終端の位置を変えて光路を変更する。磁界発生手段にはコイルや永久磁石などを用いた。これらの記載についても、図1では省略したが、詳細は図11の構成と同様とした。

【0019】図2は、図1の光スイッチをXZ軸を含む断面に沿って見た一部断面図であり、光ファイバー支持部材と光スイッチの関係を示す。筐体1の側面には、金属膜（金属層）9を介して光ファイバー支持部材5を結合させた。この光ファイバー支持部材5が有する溝5aの中に被覆の付いた光ファイバー（被覆線）15を設けた。被覆線15の先端は被覆が除去されて、光ファイバー14を露出させた。この光ファイバー14は、静止ブロック13とその蓋13aに固定された先端から延びて、筐体の切り欠き7を通り抜けて、被覆線15に続く構成で支持した。こうすることで、光ファイバー14は筐体の切り欠き7と接触させないで済んだ。静止ブロック13は、切替手段保持板16を介して筐体1に固定させた。この構成では、光ファイバー支持部材5によって被覆の付いた光ファイバー（被覆線）15の部分が支えられているため、被覆を剥いだ光ファイバー14を切り欠き7などと接触することなく支持することができた。なお、被覆は2重になっていて、内側および外側の被覆は共に光ファイバー支持部材5で支持するものとした。

【0020】図3は、図2における筐体1と光ファイバー支持部材5の接合箇所を説明する拡大断面図である。

筐体1と光ファイバー支持部材5は、金属膜9を介して強固にメタライズ接合させた。この接合は、筐体1の側面に、金属の溶射で金属膜9を形成し、光ファイバー支持部材5をつき合わせて、熱処理して金属膜9と光ファイバー支持部材5を金属組織的に接合させた構成である。図3中、金属膜9は光ファイバー支持部材より面積を大きくして成膜した。異なる材料の接合による応力を緩和したり、筐体1に対する密着力を向上するためには、筐体の側面の50%以上に金属膜9を成膜することが望ましい。より好ましくはこの比率を80%以上とする。

【0021】光ファイバー支持部材には、NiFe合金あるいはNiFeCo合金などを用いた。この材料に代えてセラミックスとメタライズ接合できる金属なら使用できるが、熱膨張あるいは熱収縮によるクラック（亀裂）の発生を防止するためには、セラミックスと同程度の熱膨張係数を有する金属材料あるいは合金材料を使用することが望ましい。より詳細には、ニッケルを42wt%含有するNiFe合金で構成した光ファイバー支持部材と、セラミックスの筐体との組合せを用いた。

【0022】図4は、本発明の他の実施形態であり、光スイッチの筐体と光ファイバー支持部材の接合箇所を拡大して説明する断面図である。この構成では、筐体1の側面に、金属膜9aを介して光ファイバー支持部材5を接合した。ただし、前記金属膜9aと光ファイバー支持部材の間には、互いの成分が混ざりあった拡散層9bを生成した。この構成では拡散層9bは明確に観察されたが、光ファイバー支持部材が十分な強度で接合されていれば、拡散層が明瞭に観察されない構成、あるいはわずかに拡散が生じた構成であっても良い。

【0023】図5は、本発明の他の実施形態であり、光スイッチの筐体と光ファイバー支持部材の接合箇所を拡大して説明する断面図である。この構成では、筐体1の側面に、金属膜9aを介して光ファイバー支持部材5を接合した。ただし、前記金属膜9aの一部は光ファイバー支持部材に拡散あるいは埋込させ、埋込層9cを構成させた。埋込層9cが明瞭に観察されず、筐体の組織が若干変化した薄い領域が生成されていてもよい。図4及び図5の構成は、金属層とは異なる層を生成させて筐体と光ファイバー支持部材間の密着力を向上させたものであり、双方の要件を備える構成とすることも可能である。

【0024】図6は、本発明の他の実施形態で、筐体に設けた切り欠きと光ファイバー支持部材の形状を示す。図1のような光スイッチをx軸の向きから見た側面図でもある。この構成では、筐体1は切り欠き7を有し、その切り欠き7の周囲にメタライズ接合に用いる金属膜9を溶着で形成し、この金属膜9の上に直接に光ファイバー支持部材5を接合させた。前記切り欠き7の断面は矩形とし、金属膜9の外周は一部が切り欠きで凹んだ矩形

状とし、光ファイバー支持部材5の断面形状は扇形状とした。光ファイバー支持部材5を金属膜9に押しつけて生成した金属膜9dは扇形状とした。なお、筐体を金属材料で構成し、ロウ付けで光ファイバー支持部材を筐体に接合する場合には、金属膜9dはロウ材で構成した。なお、図6の構成を用いた光スイッチでは、光ファイバー支持部材を筐体のみに設け、蓋部材には光ファイバー支持部材を設けない構成とすることもできる。光ファイバーは光ファイバー支持部材に接着剤で固定させるものとする。

【0025】図7は、本発明の他の実施形態であり、図6の構成において、筐体の切り欠き7の形状を半円形に変更した構成を説明するものである。この構成では、切り欠き7の輪郭と光ファイバー支持部材5の内周（溝）を類似の形状としたため、両者の間隔を狭くでき、小型化に寄与できた。このような切り欠きを設けた筐体1と蓋部材2とを、接着剤を介して接合させた様子を図8に示す。筐体1に設けた光ファイバー支持部材5と、蓋部材2に設けた光ファイバー支持部材6を、お互いの溝が向き合うように合わせて、その合わせた溝の中に被覆線の光ファイバー15を保持した。図8の如き光スイッチでは、0.9mmの単線の光ファイバーを入力側の光ファイバー支持部材に2本配置して、出力側の光ファイバー支持部材に4本配置した。光ファイバーと光ファイバー支持部材の隙間には接着剤を充填した。

【0026】図9は、本発明の他の実施形態であり、筐体に設けた切り欠きと光ファイバー支持部材の形状を示す。同図は、図1のような光スイッチをx軸の向きから見た側面図である。この構成では、筐体1は矩形の切り欠き7を有し、その切り欠き7に重なるようにメタライズ接合に用いる金属膜9を溶着で形成し、この金属膜9の上に直接に光ファイバー支持部材5を接合させた。前記切り欠き7の断面は矩形とし、金属膜9の外周は一部が切り欠きで凹んだ矩形形状とし、光ファイバー支持部材の断面形状は扇形状とした。光ファイバー支持部材5を金属膜9に押しつけることで形成した金属膜9dは扇形状とした。切り欠き7の幅wは光ファイバー支持部材5の溝の幅rwより小さくした。切り欠き7の深さdは、光ファイバー支持部材5の溝の深さrdより大きくしたが、dをrdより小さくするほうが、金属膜9の有効面積が広くなり、密着力を向上できる。

【0027】図10は、本発明の他の実施形態であり、筐体に設けた切り欠き7と光ファイバー支持部材5bの形状を示す側面図である。この構成は、図9の実施形態において光ファイバー支持部材5の断面形状を多角形を半分にしたものに代えた。図10の光ファイバー支持部材5bは、8角形の中空パイプを縦に半分に切断したものをを用いた。

【0028】図11に、光ファイバー支持部材の記載を省略した光スイッチの概略を斜視図で示す。この光スイ

10

20

30

40

50

ッチは、セラミックスの筐体 21 内に、ガラスの保持板 27 を備え、これを覆うように蓋部材 42 と筐体 21 をエポキシ系接着剤を介して接合し、蓋部材 42 に設けた注入孔 44 から屈折率整合剤を光スイッチ内に充填した後、注入孔 44 を封止板 43 で密封するものとした。ここで保持板 27 はその上に、入力側の光ファイバー 41 を支持する固定ブロック 23 と、光ファイバー 41 の先端部近傍を支持する可動ブロック 29 と、出力側の光ファイバー 34 の先端を支持する静止ブロック 31 とを設けた。固定ブロックと可動ブロックと静止ブロックの各々は単結晶フェライトで構成した。さらにこの保持板 27 上には、静止ブロックの後ろ側に接して配置させた  $\text{NiFeCo}$  の永久磁石 33 と、永久磁石に接合させたコ字形状のヨーク 32 と、このヨークの両方の先端部の各々に設けた先端ヨーク 28 及び 36 と、可動ブロック 29 と静止ブロック 31 とヨーク 32 と先端ヨーク 28 からなる磁気回路に磁界を印加する  $\text{Cu}$  の導電コイル 30 と、可動ブロック 29 と静止ブロック 31 とヨーク 32 と先端ヨーク 36 からなる磁気回路に磁界を印加する  $\text{Cu}$  の導電コイル 35 とを設けた。先端ヨーク 36 とヨーク 32 は、軟鉄である  $\text{ss-400}$  の  $\text{Fe}$  材で構成した。さらに、筐体 21 には、直列接続された導電コイル 30 及び 35 から延びる導電線 26 と 37 をハンダ 25、28 で接続した電極膜 24 と 39 と、これら電極膜と導通する電極ピン 22 と 40 を設けた。図 11 では筐体の側面に光ファイバー支持部材を記載することを省略したが、本発明では、図 11 と同様の構成の光スイッチに光ファイバー支持部材を設けて使用した。

【0029】図 11 に限らず、本発明の光スイッチは、対向する光ファイバー先端部とその切替手段を筐体の内部に備え、前記光ファイバー先端部の間に満たされる屈折率整合剤を密封したものとした。屈折率整合剤には、シリコンを含まない炭化水素系の液体、あるいはシリコンオイルを用いた。屈折率整合剤を密封する部材は、少なくとも筐体自体と、筐体に設ける蓋部材と、両者の間に設ける充填部材とで構成した。さらに他の部材を備えていても良い。

【0030】本発明の実施例において、筐体とは、容器、パッケージ、ケース、穴あるいは凹みを設けた板材を含む。これらには、光スイッチの駆動部や切替手段や屈折率整合剤等を納めるための空間を設けた。この空間を筐体の内側とも称す。前記空間を備える部材であれば、蓋、板材、ブロック等であってもよく、筐体はこれらを含む用語として用いた。従って、本発明の構成で、筐体と蓋部材の関係を逆にしたとしても、同様の機能を得ることは可能である。筐体は、屈折率整合剤を密封できる材料で形成されたものを用いた。光ファイバー導出部を設けた場合、筐体と光ファイバーの間はエポキシ系接着剤で封止した。

【0031】前記筐体や蓋部材はセラミックスあるいは

ガラス等を主として構成した。例えば、一体成形後に焼結したセラミックスからなる筐体、複数のセラミックスシートを張り合わせた後に焼結して一体化した筐体、またはセラミックスシートと導電性金属膜を張り合わせた後に焼結して一体化した筐体等を用いることができた。

【0032】本発明に係る製造方法の一実施例について以下に説明する。

(実施例 1) 図 12 は、筐体 1 に光ファイバー支持部材を設ける製造工程の概略である。まず、セラミックスの筐体について、2カ所ある側面の各々に溶解したニッケル鉄コバルト合金を吹き付けて (ステップ 1)、これを繰り返して積層させて金属層 9 を形成した後に  $1400$   $^{\circ}\text{C}$  で熱処理を行い、金属層 9 を筐体と一体化させた (ステップ 2)。この金属層にニッケル鉄合金の光ファイバー支持部材を銀ロウでロウ付けした。ロウ付けの温度は、 $800$   $^{\circ}\text{C}$  とした (ステップ 3)。

【0033】次に、筐体 1 内に光ファイバー 15 をつけた切替手段等を収納した (ステップ 4)。なお、並行してステップ 1~4 と同様の工程によって、蓋部材 2 にも金属膜 9 と光ファイバー支持部材 5 を接合した。この蓋部材 2 を接着剤を介してステップ 1~5 の工程を経た筐体 1 に接合した (ステップ 5)。続けて、光ファイバー 15 と光ファイバー支持部材の間を接着剤で密封した後、蓋部材に設けた注入孔から屈折率整合剤となる炭化水素系の液体を、筐体内部に注入した。最後に前記注入孔を密封して本発明に係る光スイッチを作製した。

【0034】このようにして作製したメタライズ接合は、接合強度が高く、筐体に対して光ファイバー支持部材が撓むことがない。従って、筐体に光ファイバー支持部材を嵌合させる構成に比べて、光ファイバーを安定して保持することができた。他の特徴としては放熱性がよいことが挙げられる。面積の広い金属膜 9 と光ファイバー支持部材とが共にヒートシンクとして機能するため、光スイッチ内で発生した熱を速やかに拡散させて、筐体の温度上昇を抑制できた。

【0035】(実施例 2) 本発明に係る他の製造方法について説明する。まず、筐体側面の切り欠き周辺、すなわち接合箇所メタライズ用のペーストを塗布した。これを  $1400$   $^{\circ}\text{C}$  で熱処理してペーストを焼結し、筐体と一体化させた (反応焼結法)。この金属層にロウ付けで光ファイバー支持部材を設ける工程以降は、実施例 1 と同様の方法を用いた。なお、メタライズ用のペーストは、金属を主成分とし、セラミックスを構成する元素の少なくとも一つから選択した副成分と、バインダー樹脂と、溶剤とを均一に混合したものとした。副成分はセラミックスと金属部材間の接合強度を向上させる目的で配合した。この製造方法によっても、十分な接合強度で光ファイバー支持部材を接合させた光スイッチを形成することができた。

【0036】(実施例 3) メタライズとロウ付けを用い



た本発明に係る他の製造方法について説明する。まず、セラミックスの筐体について、2カ所ある側面の各々に溶解したニッケル鉄コバルト合金を吹き付けた。この吹き付けを繰り返して積層させて金属層を形成した。続けて、金属層と筐体が一体となるように熱処理を行った。熱処理の条件は、窒素雰囲気中で1450 [°C]とし、加熱終了後には自然冷却させた。この金属層とニッケル鉄コバルト合金の光ファイバー支持部材の間にロウ材をはさみこみ、双方を治具に固定した。このロウ材をロウ付けして金属層と金属の光ファイバー支持部材とを結合させた。実施例3について、蓋部材と筐体を組み立てる工程は実施例1と同様とした。

【0037】図13は、比較例に係る光スイッチの斜視図である。この構成は円筒状の光ファイバー支持筒を筐体に接着剤を介して接合させたものである。筐体1はその中の凹部1aに固定ブロック11、可動ブロック12、静止ブロック13を備える切替手段と、光ファイバー14を備える。光ファイバーを設ける手順は本発明の構成とは異なる方式となった。すなわち、光ファイバーを設けた切替手段等を収めた筐体1に、蓋部材2を接着剤を介して接合させた後、筐体と蓋部材の側面に円筒状の光ファイバー支持筒45を接着剤を介して接合した。この構成でも光ファイバーを支持できる。しかしながら、光ファイバー支持筒を設けるまでの間、光ファイバーの被覆を剥いた部分が筐体の切り欠きに当たる恐れがある。また、光ファイバー支持部材を後から接着する方法では、高温プロセスが使えないことから金属接合は困難である。光ファイバー支持筒は、ファイバーの曲げや引っ張りなどの外力が直接作用する部分である。従って、本願の構成のように特に強度の高い金属接合を適用することが、長期信頼性のさらなる向上を図る上で好ましい。これに比べて本発明の構成は、筐体に光ファイバーを有する切替手段を収納した時点から、光ファイバーと筐体や蓋部材との摩擦や接触を回避することができた。

#### 【0038】

【発明の効果】以上説明したように、本発明の構成を用いることにより、光ファイバーの自重によって光ファイバーの端面が傾斜することがないように光ファイバーを保持した光スイッチを得ることができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の1実施形態に係る光スイッチの斜視図である。

【図2】図1の光スイッチの要部を拡大した断面図である。

【図3】図2における筐体と光ファイバー支持部材の接合箇所を説明する断面図である。

【図4】本発明の他の実施形態であり、光スイッチの筐

体と光ファイバー支持部材の接合箇所を説明する断面図である。

【図5】本発明の他の実施形態であり、光スイッチの筐体と光ファイバー支持部材の接合箇所を説明する断面図である。

【図6】本発明の他の実施形態であり、筐体に設けた切り欠きと光ファイバー支持部材の形状を説明する側面図である。

【図7】本発明の他の実施形態であり、筐体に設けた切り欠きと光ファイバー支持部材の形状を説明する側面図である。

【図8】本発明の他の実施形態であり、筐体に設けた切り欠きと光ファイバー支持部材の形状を説明する側面図である。

【図9】本発明の他の実施形態であり、筐体に設けた切り欠きと光ファイバー支持部材の形状を説明する側面図である。

【図10】本発明の他の実施形態であり、筐体に設けた切り欠きと光ファイバー支持部材の形状を説明する側面図である。

【図11】本発明に係る構成を適用する光スイッチの詳細な構造を説明する斜視図である。

【図12】本発明の光スイッチに光ファイバー支持部材を設ける工程を説明する図である。

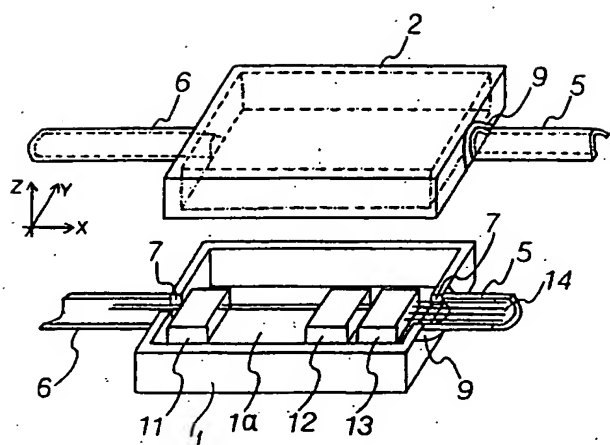
【図13】比較例の光スイッチの斜視図である。

#### 【符号の説明】

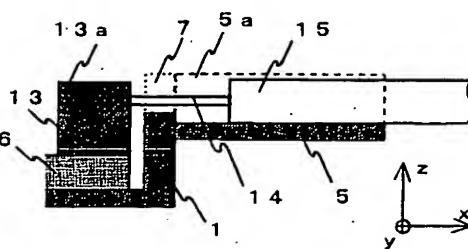
- |                      |                  |
|----------------------|------------------|
| 1 筐体、                | 1 a 筐体中の凹部、      |
| 2 蓋部材、               | 2 a 蓋部材中の凹部、     |
| 4 磁気回路、              | 5 6 光ファイバー支持部材、  |
| 5 b 光ファイバー支持部材、      | 7 切り欠き、          |
| 9 金属膜、               | 9 a 金属膜（メタライズ膜）、 |
| 9 b 拡散層、             | 9 c 埋込層、         |
| 9 d 金属膜、             | 11 固定ブロック、       |
| 12 可動ブロック、           | 13 静止ブロック、       |
| 13 a 静止ブロックのファイバ固定蓋、 | 14 光ファイバー、       |
| 15 被覆線の光ファイバー、       | 16 切替手段保持板、      |
| 21 筐体、               | 2 40 電極ピン、       |
| 23 固定ブロック、           | 24 39 電極膜、       |
| 25 38 ハンダ、           | 26 37 導電線、       |
| 27 保持板、              | 28 36 先端ヨーク、     |
| 29 可動ブロック、           | 30 35 導電コイル、     |
| 31 静止ブロック、           | 32 ヨーク、          |
| 33 永久磁石、             | 34 光ファイバー、       |
| 41 光ファイバー、           | 42 蓋部材、          |
| 43 封止板、              | 44 注入孔、          |
| 45 光ファイバー支持筒。        |                  |



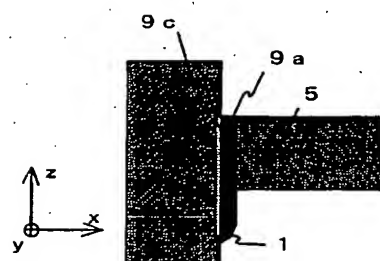
【図1】



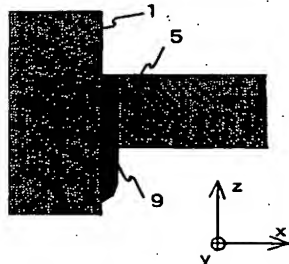
【図2】



【図5】



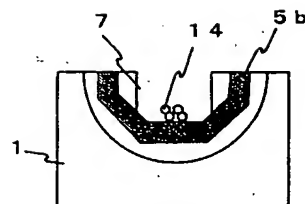
【図3】



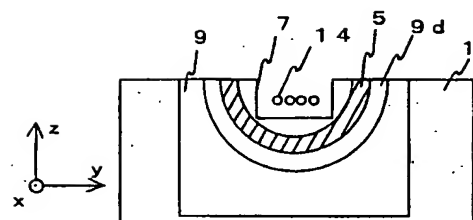
【図4】



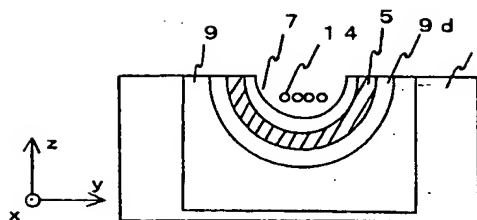
【図10】



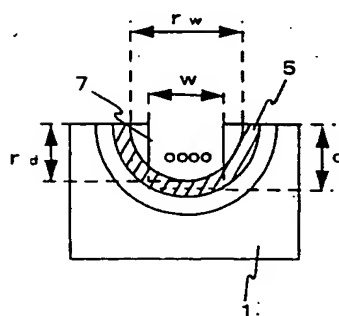
【図6】



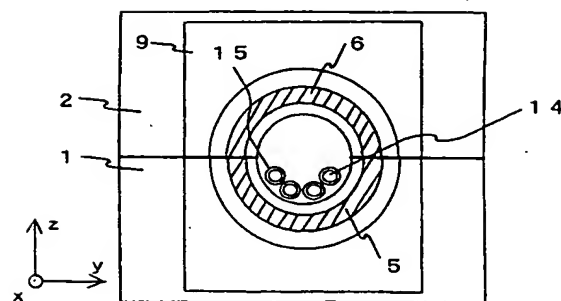
【図7】



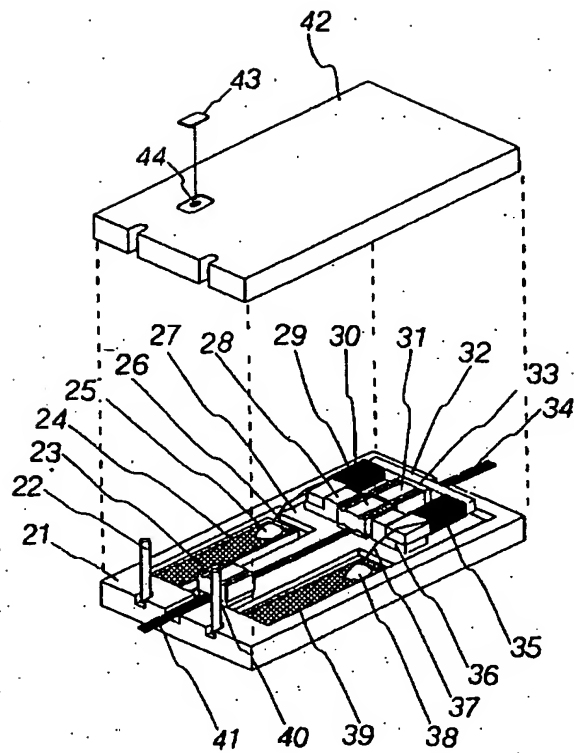
【図9】



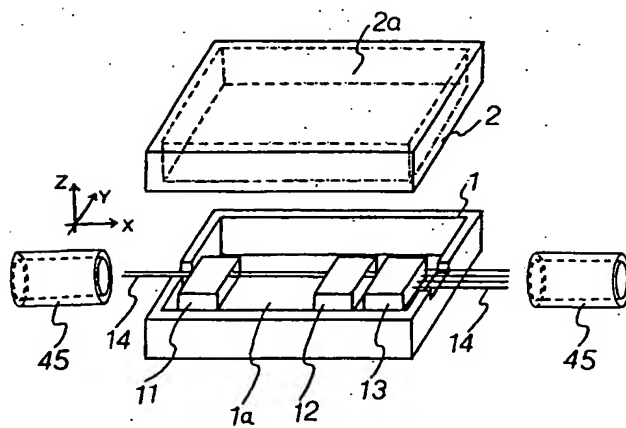
【図8】



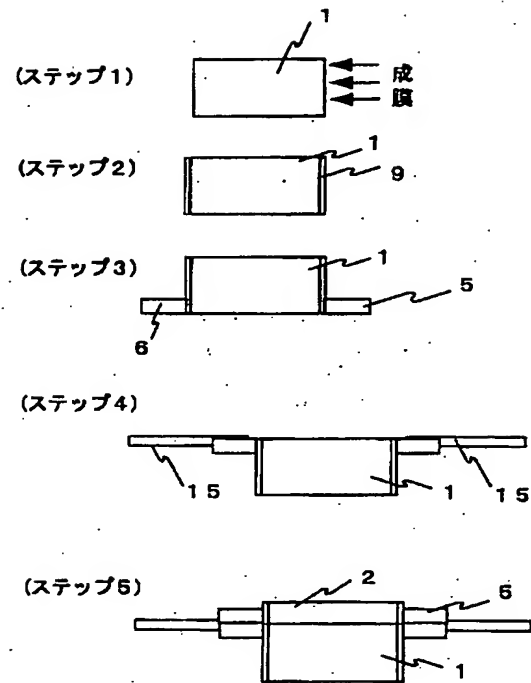
【図11】



【図13】



【図12】



フロントページの続き

(72) 発明者 堀野 正也  
茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日  
立製作所機械研究所内

Fターム(参考) 2H036 QA02 QA60  
2H041 AA04 AA14 AB20 AC05 AZ03  
AZ05